

Выводы:

1. Преимущества использования предлагаемого способа очистки шлифовальной шкурки:
 - а) быстрота очистки шлифовального инструмента, при этом не уменьшается производительность процесса;
 - б) увеличение периода стойкости ленты.
2. Относительно несложная конструкция механизма за счет применения стандартных деталей, которая влечет за собой невысокие затраты на ее изготовление и эксплуатацию.
3. Из графиков видно, что для увеличения или уменьшения напряжения для удаления остатков резания $\sigma_{отр} = 34\text{--}93$ кПа необходимо изменять частоту вращения барабана в диапазоне от 400 до 670 мин⁻¹ путем изменения диаметра натяжного шкива или изменять радиус выступов барабана от 30 до 50 мм путем замены.
4. Большой диапазон настроек механизма очистки позволяет более точно обеспечить необходимое усилие воздействия на ленту.

Библиографический список

1. Гришкевич А.А., Костюк О.И. Методика и результаты исследований по удалению продуктов резания с поверхности шлифовальной шкурки // Деревообработка: технологии, оборудование, менеджмент XXI века: труды X Междун. евразийск. симпозиума. Екатеринбург, 2015. С. 156–162.
2. Широколенточный калибровально-шлифовальный станок – серия BULDOG. Руководство по эксплуатации. HOUFEK Woodworking Machines, 2007. 75 с.
3. Владимиров В.С., Жаринов В.В. Уравнение математической физики. 2-е изд. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008. 400 с.
4. Тихонов А.Н., Самарский А.А. Уравнения математической физики. 5-е изд. М.: Наука, 1977. 735 с.

УДК 674.055:620.933

И.К. Клепацкий, В.В. Раповец

(I.K. Klepatskiy, V.V. Rapovets)

(БГТУ, г. Минск, РБ)

E-mail для связи с авторами: dosy@belstu.by

**ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЕ РЕЖИМЫ ОБРАБОТКИ ДРЕВЕСИНЫ
ФРЕЗЕРНЫМ АДАПТИВНЫМ ИНСТРУМЕНТОМ**

**ENERGY EFFICIENT FORMS OF WOOD PROCESSING
BY MILLING ADAPTIVE TOOLS**

Для оптимизации высокоскоростных процессов механической обработки древесины и древесных материалов, в том числе параметров применяемого лезвийного режущего инструмента и режимов резания, необходимо моделирование и разработка методики построения основных зависимостей технико-экономических характеристик таких процессов.

Таким образом, определение способов сокращения затрат ресурсов и длительности проведения полномасштабных экспериментов посредством моделирования

с использованием высокопроизводительных вычислений является актуальной задачей. Цель работы – исследование режимов инструмента и определение оптимального режима обработки [1–4].

Changing the working conditions of the tool in each particular case leads to a change in the characteristics of the cutting process. To optimize high-speed processing it is necessary to model and develop methods for constructing the main dependencies of the technical and economic characteristics of such processes.

Therefore, the identification of ways to reduce the costs of resources and the duration of conducting full-scale experiments through modeling using high-performance computing is an urgent task. objective: to develop the mode of the instrument and to determine the optimal treatment mode [1–4].

Большинство научных исследований в деревообработке имеет прикладной характер. Поэтому требованиям актуальности, эффективности, практической значимости их результатов уделяется первостепенное внимание.

Существующий хвостовой сборный фрезерный инструмент, предназначенный для обработки древесины твердых и мягких пород, плитных материалов, имеет один существенный недостаток – предназначен для обработки только конкретного вида материала на определенных технологических режимах.

Исследования по разработке новых эффективных конструкций фрезерного инструмента и технологических режимов его эксплуатации являются актуальными в настоящее время и востребованными на деревообрабатывающих производствах Республики Беларусь.

На кафедре деревообрабатывающих станков и инструментов были созданы все условия для исследования энергоэффективных режимов: лаборатория оснащена современным оборудованием на базе обрабатывающего центра с ЧПУ ROVER B 4.35.

Станок состоит из станины, группы устройств, которые позволяют осуществлять позиционирование и блокировку обрабатываемой детали, а также из серии групп (оперативного блока), предназначенных для обработки детали. Оперативный блок может быть конфигурирован согласно любым требованиям обработки. Разработана управляющая программа на базе программного обеспечения Biesse Application for XNC 2 и специально изготовлен фрезерный инструмент с адаптивными свойствами (рис. 1).



Рис. 1. Хвостовая фреза с адаптивными свойствами

Для проведения эксперимента была разработана методическая сетка опытов. В качестве варьируемых параметров были выбраны частота вращения шпинделя n , мин^{-1} , толщина стружки e , мм, высота снимаемого припуска h , мм, задний угол резания α , град, и скорость подачи V_s , м/мин (как наиболее значимые технологические параметры в отрасли деревообработки, напрямую влияющие на мощность резания при фрезеровании). В программе реализована возможность настраивать значения требуемых переменных факторов, за исключением заднего угла α , который мы изменяли непосредственно на самом инструменте, и толщины стружки, которая изменялась косвенно (через значение скорости подачи V_s).

Так как древесина – материал анизотропный (различные пороки древесины, направления перерезания волокон и т. д.), то нельзя говорить о достоверности получения данных в какой-либо определённый момент времени. В ходе проведения эксперимента для каждого режима обработки (со своими уникальными значениями параметров) программным обеспечением записывался массив данных об изменении мощности резания на шпинделе с частотой обновления 0,06 секунд. Этот массив данных приводился к усреднённому значению, что равноценно использованию однородной по структуре древесины (с учётом ее пороков).

Для более удобного представления результатов эксперимента сведём в графический вид все исследования мощностей резания для значения заднего угла α , который равен 15, 20 и 25 градусов (рис. 2–4).

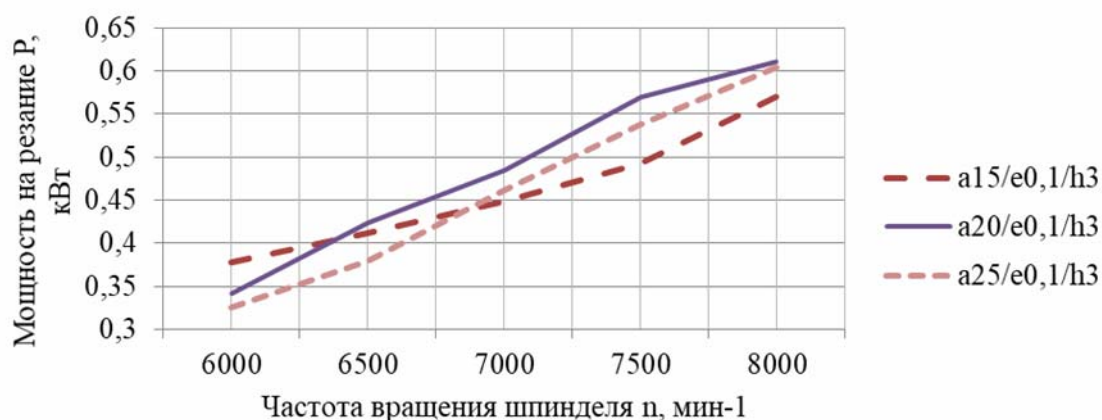


Рис. 2. Изменение мощности на шпинделе при обработке открытым фрезерованием доски из массива сосны при толщине снимаемой стружки $e = 0,1$ мм

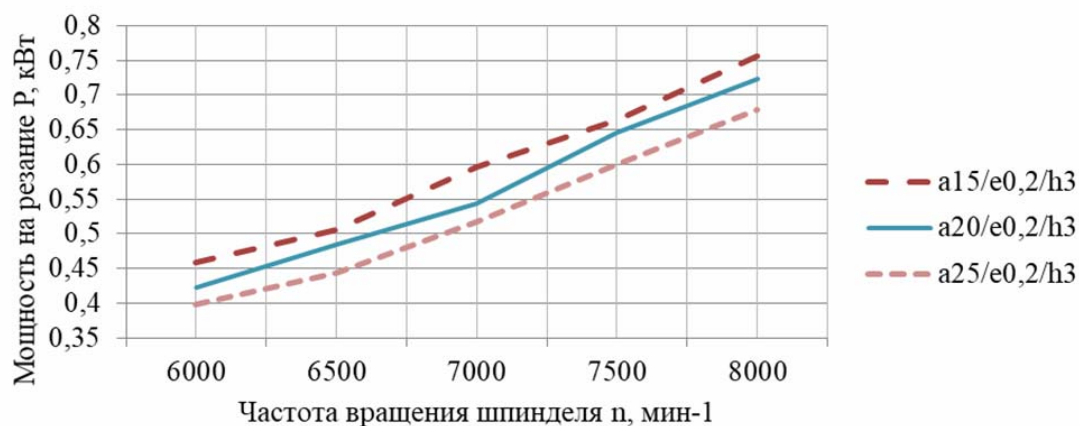


Рис. 3. Изменение мощности на шпинделе при обработке открытым фрезерованием доски из массива сосны при толщине снимаемой стружки $e = 0,2$ мм

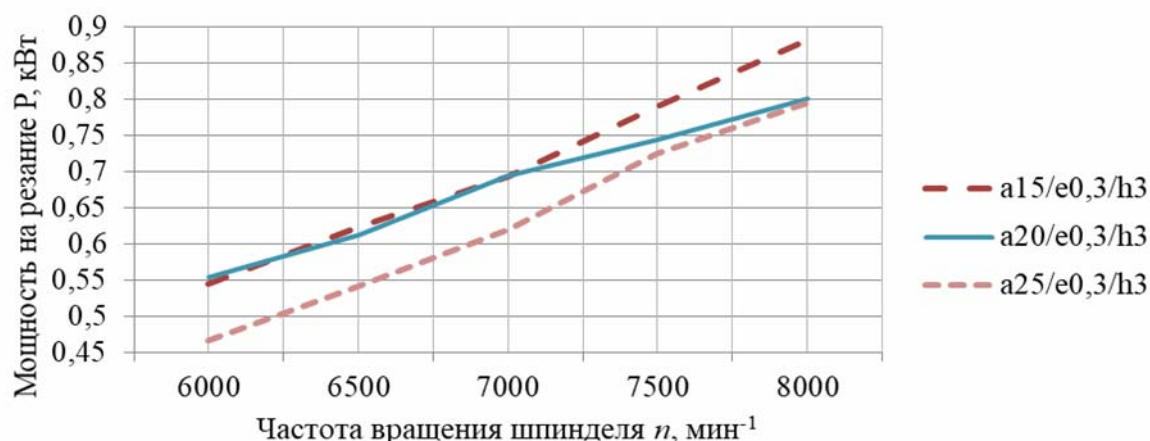


Рис. 4. Изменение мощности на шпинделе при обработке открытым фрезерованием доски из массива сосны при толщине снимаемой стружки $e = 0,3$ мм

Отображение графиков на показывает, что минимальное энергопотребление во всём диапазоне частот вращения шпинделя станка при значении заднего угла $\alpha = 25^\circ$. При уменьшении заднего угла с 25 до 15 градусов увеличивается мощность на резание на 22,2 % во всём диапазоне частот вращения шпинделя.

Выводы

Результаты экспериментальных исследований позволили убедиться в том, что минимальное энергопотребление привод осуществляет при толщине снимаемой стружки $e = 0,1$ мм, при заднем угле $\alpha = 25^\circ$ на частотах вращения инструмента в диапазоне 6 000–7 000 мин⁻¹ (припуск на обработку составляет 3 мм). При вышеперечисленных технологических условиях обеспечивается чистовая обработка, что соответствует девятому классу шероховатости поверхности. С увеличение частоты вращения мощность на резание увеличивается с 0,326 до 0,462 кВт. При этом скорость подачи может варьироваться в диапазоне 6,2–7,2 м/мин. Представленные энергоэффективные режимы могут быть рекомендованы для использования на деревообрабатывающих предприятиях при чистовой обработке древесины сосны на фрезерных станках с ручной подачей и деревообрабатывающих центрах с числовым программным управлением.

Библиографический список

1. Бершадский А.Л., Цветкова Н.И. Резание древесины. Минск: Вышэйшая школа, 1975. 304 с.
2. Гришкевич А.А., Клубков А.П. Проектирование и производство дереворежущего инструмента. Минск: БГТУ, 2005. 166 с.
3. Горский В.Г., Адлер Ю.П., Талалай А.М. Планирование промышленных экспериментов. М.: Металлургия, 1974. 264 с.
4. Кряжев В.А. Фрезерование древесины. М.: Лесная промышленность, 1979. 200 с.